

APPARATUS FOR CONTROLLING POSTURE OF RADIO-CONTROLLED HELICOPTER FOR HOBBY USE

Patent Number: ☐ WO9414511
Publication date: 1994-07-07
Inventor(s): AKIYAMA MAMORU (JP); OGINO MASAMI (JP); OGUCHI TETSUO (JP)
Applicant(s): SACOM CO LTD (JP); AKIYAMA MAMORU (JP); OGINO MASAMI (JP); OGUCHI TETSUO (JP)
Requested Patent: ☐ JP6190152
Application Number: WO1993JP01727 19931125
Priority Number(s): JP19920359117 19921225
IPC Classification: A63H27/133
EC Classification: A63H30/04
Equivalents: JP7063548B
Cited Documents: JP2204198; JP2081795

Abstract

By this apparatus, a radio-controlled helicopter for hobby use can be operated remotely, safely and easily. The apparatus is mounted on the helicopter together with an ordinary radio control receiver. In flying the helicopter, angular velocity measuring means measures the angular velocity of yawing of the helicopter. Angle calculating means integrates the angular velocity measured and determines the angle through which the helicopter yaws. Manipulated variable determining means determines the manipulated variable of the rudder servo on the basis of a manipulated variable inputted through an inputting means, the angular velocity measured, and the angle calculated. Manipulated variable outputting means outputs the manipulated variable to the rudder servo, which operates in accordance with the manipulated variable.

Data supplied from the esp@cenet database - I2

BEST AVAILABLE COPY

(19)日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-190152

(43)公開日 平成6年(1994)7月12日

(51)Int.Cl. ⁵	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
A 6 3 H 27/133	D	9012-2C		
27/30	C	9012-2C		
B 6 4 C 11/44		9337-3D		
13/20	Z	9337-3D		

審査請求 未請求 請求項の数 2(全 18 頁)

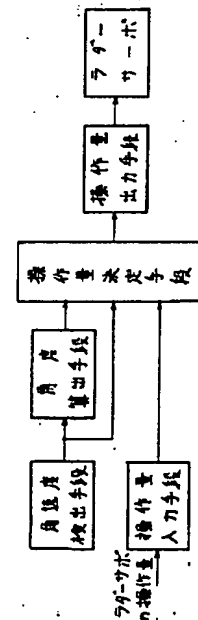
(21)出願番号	特願平4-359117	(71)出願人	392036050 サコム株式会社 東京都秋川市平沢東1丁目4番地5
(22)出願日	平成4年(1992)12月25日	(72)発明者	秋山 守 東京都秋川市平沢東1丁目4番地5 サコム株式会社内
		(72)発明者	荻野 正美 東京都秋川市平沢東1丁目4番地5 サコム株式会社内
		(72)発明者	大口 徹夫 東京都秋川市平沢東1丁目4番地5 サコム株式会社内
		(74)代理人	弁理士 牧 哲郎 (外3名)

(54)【発明の名称】 ホビー用ラジコンヘリコプタの姿勢制御装置

(57)【要約】

【目的】ラジコンのラジコンヘリコプタの遠隔操作を安全かつ簡単に行える装置を提供すること。

【構成】この発明は、既存のラジコン受信機とともにホビー用ラジコンヘリコプタに搭載して使用する。そして、ラジコンヘリコプタの飛行時には、角速度検出手段がラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する。角度算出手段は、その角速度検出手段の検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求める。操作量決定手段は、操作量入力手段が入力する操作量、角速度検出手段の検出角速度、および角度算出手段が求めた角度に基づいてラダーサーボの操作量を決定する。操作量出力手段は、その操作量決定手段が決定した操作量をラダーサーボに向けて出力する。その結果、その操作量に応じてラダーサーボが動作する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのラダーサーボの操作量を入力する操作量入力手段と、

そのラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する角速度検出手段と、

その角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求める角度算出手段と、

前記操作量入力手段が入力する操作量、前記角速度検出手段の検出角速度、および前記角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記ラダーサーボの操作量を決定する操作量決定手段と、

その操作量決定手段が決定した操作量を前記ラダーサーボに向けて出力する操作量出力手段と、

を備えてなるホビー用ラジコンヘリコプタの姿勢制御装置。

【請求項2】ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのエロンサーボ、およびエレベータサーボの操作量をそれぞれ入力する操作量入力手段と、

ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する第1角速度検出手段と、

ラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転する際の角速度を検出する第2角速度検出手段と、

前記第1角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転した角度を求める第1角度算出手段と、

前記第2角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転した角度を求める第2角度算出手段と、

前記操作量入力手段が入力するエロンサーボの操作量、前記第1角速度検出手段の検出角速度、および前記第1角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エロンサーボの操作量を決定するエロンサーボ操作量決定手段と、

前記操作量入力手段が入力するエレベータサーボの操作量、前記第2角速度検出手段の検出角速度、および前記第2角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エレベータサーボの操作量を決定するエレベータサーボ操作量決定手段と、

その両操作量決定手段が決定した両操作量を対応するエロンサーボ、およびエレベータサーボに向けて出力する操作量出力手段と、

を備えてなるラジコンヘリコプタの姿勢制御装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、無線で飛行が遠隔制御されるホビー用ラジコンヘリコプタに搭載し、飛行の自立安定を補助するために使用するホビー用ラジコンヘリコプタの姿勢制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ホビー用ラジコンヘリコプタとしては、送信機の操作スティックを操作すると、ラジコンヘリコプタに搭載するラジコン受信機がその操作に応じた信号を受信し、その操作量に比例してラジコンヘリコプタのエロンサーボ、エレベータサーボ、ラダーサーボ、ピッチサーボ、スロットルサーボなどが、動作するものが知られている。そのうち、ラダーサーボについては、上記の操作量とヨー軸ジャイロ（レートジャイロ）の検出信号とに基づき、比例制御が行われていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のラジコンヘリコプタの操縦は、遠隔操作の対象であるラジコンヘリコプタが上下、左右、または前後に動くために、単に離陸するだけでも初心者には困難であり、操作を誤った場合には貴重な機体が破損するという問題があった。さらに、操縦者に向けて飛ばす対面飛行になれば、送信機に備えたエロン、エレベータ、ラダーのステック操作が逆になり、ある程度の技量をもった人でも難しいという問題があった。

【0004】そこで、本発明は、ラジコンヘリコプタの遠隔操作を安全かつ簡単に行える装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明は、以下のように構成した。まず第1発明は、図1で示すように、ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのラダーサーボの操作量を入力する操作量入力手段と、そのラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する角速度検出手段と、その角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求める角度算出手段と、前記操作量入力手段が入力する操作量、前記角速度検出手段の検出角速度、および前記角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記ラダーサーボの操作量を決定する操作量決定手段と、その操作量決定手段が決定した操作量を前記ラダーサーボに向けて出力する操作量出力手段と、を備えてなるホビー用ラジコンヘリコプタの姿勢制御装置である。

【0006】次に第2発明は、図2で示すように、ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのエロンサーボ、およびエレベータサーボの操作量をそれぞれ入力する操作量入力手段と、ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する第1角速度検出手段と、ラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転する際の角速度を検出する第2角速度検出手段と、前記第1角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転した角度を求める第1角度算出手段と、前記第2角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラ

ジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転した角度を求める第2角度算出手段と、前記操作量入力手段が入力するエルロンサーボの操作量、前記第1角速度検出手段の検出角速度、および前記第1角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エルロンサーボの操作量を決定するエルロンサーボ操作量決定手段と、前記操作量入力手段が入力するエレベータサーボの操作量、前記第2角速度検出手段の検出角速度、および前記第2角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エレベータサーボの操作量を決定するエレベータサーボ操作量決定手段と、その両操作量決定手段が決定した両操作量に対応するエルロンサーボ、およびエレベータサーボに向けて出力する操作量出力手段と、を備えてなるラジコンヘリコプタの姿勢制御装置である。

【0007】

【作用】このように構成する第1発明は、既存のラジコン受信機とともにホビー用ラジコンヘリコプタに搭載して使用する。

【0008】ラジコンヘリコプタの飛行時には、角速度検出手段がラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する。角度算出手段は、その角速度検出手段の検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求める。この積分は、ヘリコプタが移動した方向、およびその角度を記憶することに相当する。

【0009】操作量決定手段は、操作量入力手段より出力する操作量、角速度検出手段の検出角速度、および角度算出手段が求めた算出角度に基づいてラダーサーボの操作量を決定する。このように操作量の決定に検出角速度を積分して求めた算出角度を考慮すると、操作量入力手段から出力される操作量が中立に戻ったときに、ヘリコプタが移動した方向、およびその移動角度を元に戻すように作用する。操作量出力手段は、その操作量決定手段が決定した操作量を、ラダーサーボに向けて出力する。その結果、その操作量に応じてラダーサーボが動作する。

【0010】一方、ラジコンヘリコプタのエルロンサーボ、およびエレベータサーボは、ラジコン受信機が受信して出力するエルロンサーボの操作量、およびエレベータサーボの操作量に応じてそれぞれ動作する。

【0011】このように第1発明では、ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出し、その検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求め、受信機が受信するラダーサーボの操作量、検出角速度、および上記の算出角度に基づき、ラダーサーボの操作量を決定するようにした。従って、第1発明では、送信機側のラダー用の操作スティックを所定の位置にすると、一定時間内はその位置がラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸とした角度にほぼ一致してそれを維持するととも

に、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がヨー軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が安全かつ簡単に行える。

【0012】第2発明は、第1発明と同様に既存のラジコン受信機とともにホビー用ラジコンヘリコプタに搭載して使用する。

【0013】そして、ラジコンヘリコプタの飛行時には、第1角速度検出手段はラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出し、第2角速度検出手段はラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転する際の角速度を検出する。第1角度算出手段は、第1角速度検出手段の検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転した角度を求め、第2角度算出手段は、第2角速度検出手段の検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転した角度を求める。この積分は、ヘリコプタが移動した方向、およびその角度を記憶することに相当する。

【0014】エルロンサーボ操作量決定手段は、操作量入力手段が入力するエルロンサーボの操作量、第1角速度検出手段の検出角速度、および第1角度算出手段が求めた角度に基づき、エルロンサーボの操作量を決定する。エレベータサーボ操作量決定手段は、操作量入力手段が入力するエレベータサーボの操作量、第2角速度検出手段の検出角速度、および第2角度算出手段が求めた角度に基づいてエレベータサーボの操作量を決定する。このように操作量の決定に検出角速度を積分して求めた算出角度を考慮すると、操作量入力手段から出力される操作量が中立に戻ったときに、ラジコンヘリコプタが移動した方向、およびその移動角度を元に戻すように作用する。操作量出力手段は、その両操作量決定手段が決定した両操作量に対応するエルロンサーボ、およびエレベータサーボに向けて出力する。その結果、その操作量に応じてエルロンサーボ、およびエレベータサーボがそれぞれ動作する。

【0015】一方、ラジコンヘリコプタのラダーサーボは、ラジコン受信機が受信して出力するラダーサーボの操作量に応じて動作する。

【0016】このように第2発明では、ラジコンヘリコプタの機体がロール軸およびピッチ軸を軸に回転する際の角速度をそれぞれ検出し、その検出角速度をそれぞれ積分してラジコンヘリコプタのロール軸およびピッチ軸を軸に回転した角度を求め、受信機が受信するエルロンサーボ、エレベータサーボの各操作量、各検出角速度、および前記の各算出角度に基づき、エルロンサーボ、エレベータサーボに出力すべき各操作量を決定するようにした。従って、第2発明では、送信機側のエルロン、またはエレベータ用の操作スティックを所定の位置にすると、一定時間はその位置がラジコンヘリコプタの機体の

ロール軸またはピッチ軸を軸とした角度にほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すと、ヘリコプタの機体がロール軸またはピッチ軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が安全かつ簡単に行える。

【0017】

【実施例】次に、本発明の実施例について、図面を参照して以下に説明する。

【0018】図3は本発明実施例の外観の平面図であり、プリント基板（図示せず）に後述するCPUなどの電子部品を取り付けるとともに、そのプリント基板をケース1で保護するものである。プリント基板には、ラジコンヘリコプタに搭載する後述のサーボと接続するサーボ用コネクタ2、ラジコン受信機の出力端子と接続する受信機用コネクタ3、ホビー用ラジコンヘリコプタに搭載する後述のジャイロと接続するジャイロ用コネクタ4を取り付ける。さらに、プリント基板には、後述するPID制御量を算出する際の比例データ、積分データ、微分データの各ゲイン定数を任意に設定するための、例えば4ビットのロータリスイッチ5、6、7、および各種の設定をする設定スイッチ8などを取り付ける。そして、これらコネクタ2、3、4などは、図3に示すようにケース1の表面に露出するように構成する。

【0019】図4は、本発明実施例のブロック図であり、送信機11、および受信機12は、ホビー用ラジコンヘリコプタのラジコン装置（プロポーショナル装置）として一般に市販されているものであり、コントロールできるチャンネル数は5チャンネル程度のものである。この受信機12はラジコンヘリコプタに搭載され、送信機11側のスティック（図示せず）を操作者が操作すると、その操作に対応する信号が送信されて、その信号を受信機12が受信すると、受信機12はラジコンヘリコプタに搭載する各種サーボを駆動すべき操作信号を出力する。

【0020】この操作信号には、エルロンサーボ13を操作すべきエルロン信号、エレベータサーボ14を操作すべきエレベータ信号、ラダーサーボ15を操作すべきラダー信号、スロットルサーボ16を操作すべきスロットル信号、および後述するPID制御量のゲインの切り換えのために使用するAUX信号（予備の信号）などがある。

【0021】受信機12が受信して出力されるこれらの操作信号は、入力インタフェース17を介してワンチップ形態のCPU（中央処理装置）18に供給するように構成する。CPU18は、図5～図9で示すような各種の判断や演算処理を行うものである。CPU18には、後述のような各種のデータを格納する読み書き可能なRAM19や、後述の処理手順などをあらかじめ書き込んだ読み出し専用のROM20を接続する。

【0022】ラジコンヘリコプタには、飛行中にヘリコ

プタの姿勢が変化した際の各角速度をそれぞれ検出するために、ロール軸ジャイロ21、ピッチ軸ジャイロ22、およびヨー軸ジャイロ23を所定位置に搭載し、これらジャイロ21、22、23の検出角速度の各信号は、入力インタフェース17を介してCPU18に供給するように構成する。CPU18の入力側には、ロータリスイッチ5、6、7を入力インタフェース17を介して接続するとともに、各部に電力を供給するバッテリー25の電圧を入力インタフェース17を介して供給するように構成する。

【0023】さらに、CPU18の出力側には、出力インタフェース24を介して、制御対象であるエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15、およびスロットルサーボ16を接続する。

【0024】次に、このような構成からなる実施例のCPU18の制御処理の概要を説明する。

(1) 送信機11から送信され、受信機12が受信して出力するエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15、およびスロットルサーボ16の各操作量、並びに後述するPID制御量演算時のゲインの切り換え用のAUX信号をCPU18入力する。

(2) ロール軸ジャイロ21、ピッチ軸ジャイロ22、およびヨー軸ジャイロ23からの各検出角速度をそれぞれ入力する。

(3) 各検出角速度を一定時間ごとに加算（積分）して角度を求める。この求めた角度の誤差（この誤差は雑音などに起因する）を補正するために、一定時間ごとにその角度を零に向かって減算する。ここで、求める角度は、一定時間内のラジコンヘリコプタのヨー軸、ロール軸、およびピッチ軸を軸とした回転角度に相当する。

(4) 各検出角速度の一定時間ごとの変化量を計算して各角加速度を求める。

(5) 上記のように入力したエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15の各操作量、各検出角速度、各算出角度、および各算出各加速度に基づき、エルロンサーボ13、エレベータサーボ14、およびラダーサーボ15に出力すべき各操作量を決定し、その操作量に応じて各サーボを駆動する。

(6) スロットルサーボ16は、上記のように入力したスロットルサーボ16の操作量に応じて駆動する。

【0025】次に、以上のように概略的に説明したCPU18の制御処理について具体化したものを、図5～図9のフローチャートを参照して説明する。ここで、図5～図7はメイン処理を示し、図8はPID制御量演算処理を示し、図9はタイマ割り込み処理を示す。

【0026】図5に示すようにメイン処理では、電源がON（投入）されると（S1）、システムが初期化されたのち（S2）、電源電圧が一定値以上か否かが判断され（S3）、一定値以下のときにはプログラム停止の処理がなされ（S4）、一定値以上のときにはロール軸ジ

ジャイロ21、ピッチ軸ジャイロ22、およびヨー軸ジャイロ23からの各検出角速度をそれぞれ入力して、メモリの基準値エリアにセットする(S5)。

【0027】次に、送信機11からエルロンサーボ13の操作量の入力があるか否かを検出する(S6)。その検出の結果、エルロンサーボ13の操作量の入力があるときには、出力すべきエルロンサーボ13の操作量を、次の(1)式で決定する(S7)。

【0028】エルロンサーボの操作量=送信機からのエルロンサーボの操作量+ロール軸ジャイロの検出角速度に基づいて算出されるPID制御量・・・(1)

【0029】そして、(1)式により算出された操作量をエルロンサーボ13に向けて出力する(S8)。その結果、エルロンサーボ13はその出力された操作量に応じて動作する。

【0030】ところで、(1)式のPID制御量は、図8に示す演算により求める。また、このPID制御量を演算するための基礎となる比例データ、積分データ、微分データは、図9で示すタイマの割り込み処理で求める。そこで、以下にこれらの演算処理、および割り込み処理を説明する。

【0031】まず、図8に示すPID制御量演算処理では、所定の時間(例えば20ms)ごとに、後述の図9の処理により得られる比例データ、積分データ、微分データを利用して、エルロン、エレベータ、ラダーの各サーボの操作量を算出するために供するPID制御量を、次の(2)式により算出する(S51)。

【0032】PID制御量=比例データ・比例ゲイン定数+積分データ・積分ゲイン定数+微分データ・微分ゲイン定数・・・(2)

【0033】ここで、(2)式中の比例ゲイン定数、積分ゲイン定数、微分ゲイン定数は、ロータリスイッチ5、6、7により、操作者により任意に設定されている値である。そして、(2)式で算出したPID制御量は、後述するAUXフラグが「ON」のときには、あらかじめ定めてあるゲイン切り替え定数を掛けて補正(変更)し、逆にAUXフラグが「ON」でないときには、(2)式で算出したままとして最終的なPID制御量とする(S52、S53)。

【0034】次に、図9に示すタイマ割り込み処理では、上述のPID制御量を演算するために使用する、エルロン、エレベータ、およびラダー操作に関する比例データ、積分データ、および微分データを、例えば4msのタイマの割り込みごとに以下のように求める。

【0035】まずロール軸ジャイロ21のデータ(検出角速度)を入力し(S31)、その入力データに基づいて、エルロンサーボ13の操作量の算出に使用すべきエルロン比例データ、エルロン積分データ、エルロン微分データを、以下の各式で求める(S32~S34)。

エルロン比例データ=(入力データ)-(エルロン基準

値)

エルロン積分データ=(エルロン積分データ)+(エルロン比例データ)

エルロン微分データ=(エルロン比例データ)-(前回のエルロン比例データ)

【0036】これらの式からわかるように、エルロン比例データは検出角速度が入力されるたびに、その値があたらしい値に更新される。また、エルロン積分データは、エルロン比例データの総和である。さらに、エルロン微分データは、今回と前回のエルロン比例データの差分である。

【0037】次に、ピッチ軸ジャイロ22のデータ(検出角速度)を入力し(S35)、その入力データに基づいて、エレベータサーボ14の操作量の算出に使用すべきエレベータ比例データ、エレベータ積分データ、エレベータ微分データを以下の各式で求める(S36~S38)。

エレベータ比例データ=(入力データ)-(エレベータ基準値)

エレベータ積分データ=(エレベータ積分データ)+(エレベータ比例データ)

エレベータ微分データ=(エレベータ比例データ)-(前回のエレベータ比例データ)

【0038】さらに、ヨー軸ジャイロ23のデータ(検出角速度)を入力し(S39)、その入力データに基づいて、ラダーサーボ15の操作量の算出に使用すべきラダー比例データ、ラダー積分データ、ラダー微分データを以下の各式で求める(S40~S42)。

ラダー比例データ=(入力データ)-(ラダー基準値)

ラダー積分データ=(ラダー積分データ)+(ラダー比例データ)

ラダー微分データ=(ラダー比例データ)-(前回のラダー比例データ)

【0039】引き続き、図5のステップS9に戻ると、ステップS9では送信機11からのエレベータサーボ14の操作量の入力があるか否かを検出する。その検出の結果、エレベータサーボ14の操作量の入力があるときには、出力すべきエレベータサーボ14の操作量を次の(3)式で決定する(S10)。

【0040】エレベータサーボの操作量=送信機からのエレベータサーボの操作量+ピッチ軸ジャイロの検出角速度に基づいて算出されるPID制御量・・・(3)

【0041】そして、(3)式により算出された操作量をエレベータサーボ14に向けて出力する(S11)。その結果、エレベータサーボ14はその出力された操作量に応じて動作する。

【0042】次に、送信機11からのラダーサーボ15の操作量の入力があるか否かを検出する(S12)。その検出の結果、ラダーサーボ15の操作量の入力があるときには、出力すべきラダーサーボ15の操作量を、次

の(4)式で決定する(S13)。

【0043】ラダーサーボの操作量=送信機からのラダーサーボの操作量+ヨー軸ジャイロの検出角速度に基づいて算出されるPID制御量……………(4)

【0044】そして、(4)式により算出された操作量をラダーサーボ15に向けて出力する(S14)。その結果、ラダーサーボ15はその出力された操作量に応じて動作する。

【0045】次に、送信機11からのスロットルサーボ16の操作量の入力があるか否かを検出する(S15)。その検出の結果、スロットルサーボ16の操作量の入力があるときには、その入力した操作量をそのままスロットルサーボ16に向けて出力する(S16、S17)。その結果、スロットルサーボ16は、その出力された操作量に応じて動作する。

【0046】引き続き、送信機11からAUX操作量の入力があるか否かを検出し(S18)、AUX操作量の入力があるときには、AUX操作量が「ON」か否かを判定する(S19)。その結果、AUX操作量が「ON」であればAUXフラグを「ON」にし(S20)、AUX操作量が「ON」でないときにはAUXフラグを「OFF」にする(S21)。

【0047】さらに、図9で求めたエルロン積分データがプラスの値か否かを判定し(S22)、その結果、プラスのときにはエルロン積分データから定数を減算して新たなデータに更新するとともに(S23)、プラスでないときにはエルロン積分データに定数を加算して新たな積分値に更新する(S24)。これら加減算は、ロール軸ジャイロ21の出力信号に含まれる雑音成分を除去するために行う。

【0048】次に、図9で求めたエレベータ積分データがプラスの値か否かを判定し(S25)、その結果、プラスのときにはエレベータ積分データから定数を減算して新たなデータに更新するとともに(S26)、プラスでないときにはエレベータ積分データに定数を加算して新たなデータに更新する(S27)。これら加減算は、ピッチ軸ジャイロ22の出力信号に含まれる雑音成分を除去するために行うものである。

【0049】引き続き、図9で求めたラダー積分データがプラスの値か否かを判定し(S28)、その結果、プラスのときにはラダー積分データから定数を減算して新たなデータに更新し(S29)、プラスでないときにはラダー積分データに定数を加算して新たなデータに更新する(S30)。これら加減算は、ヨー軸ジャイロ23の出力信号に含まれる雑音成分を除去するために行う。

【0050】そして、ラジコンヘリコプタが飛行中は、これらS6～S30の各処理が繰り返されるとともに、タイマの割り込み処理により図9に示すような各データが算出される。

【0051】以上のように、本発明実施例では、ラジコ

ンヘリコプタの機体がヨー軸、ロール軸、ピッチ軸を軸に回転する際の角速度をそれぞれ検出するとともに、その検出角速度に基づいて上記のようにPID制御量を算出し、送信機が送信するエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、およびラダーサーボ15の各操作量、および上記の各算出PID制御量に基づき、出力すべきエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15の各操作量を決定するようにした。従って、本発明実施例では、送信機側のエルロン、エレベータ、およびラダー用の各操作スティックを所定の位置にすると、その位置がラジコンヘリコプタの機体のヨー軸、ロール軸、ピッチ軸を軸とした角度にはほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がヨー軸、ロール軸、ピッチ軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が初心者でも容易に行える。

【0052】なお、以上の実施例の説明では、エルロンサーボ13、エレベータサーボ14、およびラダーサーボ15に出力すべき操作量は、いずれもPID制御量を加算して求めるようにした。しかし、本発明は、ラダーサーボ15の操作量のみを上記のように算出して出力するだけでも、またはエルロンサーボ13およびエレベータサーボ14の両操作量のみを上記のように算出して出力するだけでも、実用上は何等差支えることがなく利用できる。

【0053】しかも、本発明実施例では、各サーボに出力すべき操作量を求める際に、上記のように比例データ、積分データ、および微分データからなるPID制御量を使用した(図8参照)、これに代えて比例データ、および積分データのみからなるPI制御量だけでも実用上は差支えない。

【0054】

【発明の効果】以上のように第1発明では、ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出し、その検出角速度を積分してラジコンヘリコプタのヨー軸を軸に左右に回転した角度を求め、受信機が受信するラダーサーボの操作量、検出角速度、および上記の算出角度に基づき、ラダーサーボの操作量を決定するようにした。従って、第1発明では、送信機側のラダー用の操作スティックを所定の位置に動かすと、その位置がラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸とした角度にはほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がヨー軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が容易に行える。

【0055】また第2発明では、ラジコンヘリコプタの機体がロール軸およびピッチ軸を軸に回転する際の角速度をそれぞれ検出し、その検出角速度をそれぞれ積分してラジコンヘリコプタのロール軸およびピッチ軸を軸に回転した角度を求め、受信機が受信するエルロンサー

11

ボ、エレベータサーボの各操作量、各検出角速度、および前記の各算出角度に基づき、エルロンサーボ、エレベータサーボに出力すべき各操作量を決定するようにした。従って、第2発明では、送信機側のエルロン、またはエレベータ用の操作スティックを所定の位置にすると、その位置がラジコンヘリコプタの機体のロール軸またはピッチ軸を軸とした角度にほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がロール軸およびピッチ軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコ

プタの操縦が容易に行える。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1発明の構成を示すブロック図である。

【図2】第2発明の構成を示すブロック図である。

【図3】本発明実施例の外観を示す平面図である。

【図4】本発明実施例のブロック図である。

【図5】本発明実施例の制御処理のメイン処理例を示すフローチャートである。

【図6】本発明実施例の制御処理のメイン処理例を示すフローチャートである。

*20

12

*【図7】本発明実施例の制御処理のメイン処理例を示すフローチャートである。

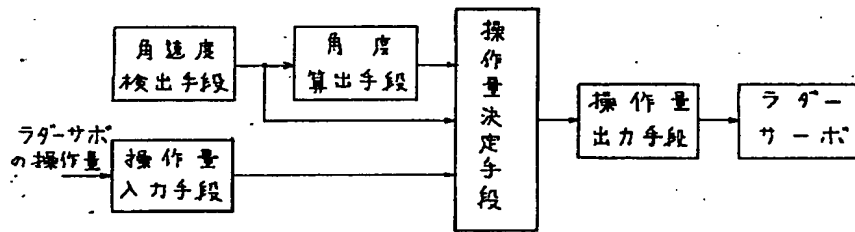
【図8】本発明実施例のPID制御量演算処理の一例を示すフローチャートである。

【図9】本発明実施例のタイマ割り込み処理の一例を示すフローチャートである。

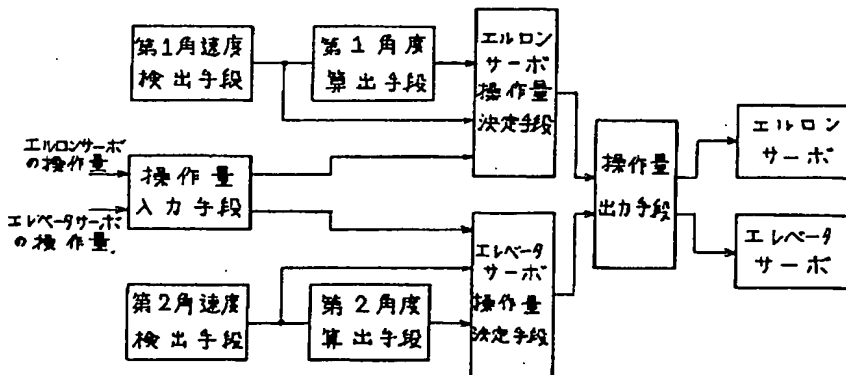
【符号の説明】

- | | |
|----|-----------|
| 11 | 送信機 |
| 12 | 受信機 |
| 13 | エルロンサーボ |
| 14 | エレベータサーボ |
| 15 | ラダーサーボ |
| 16 | スロットルサーボ |
| 17 | 入力インタフェース |
| 18 | CPU |
| 21 | ロール軸ジャイロ |
| 22 | ピッチ軸ジャイロ |
| 23 | ヨー軸ジャイロ |
| 24 | 出力インタフェース |

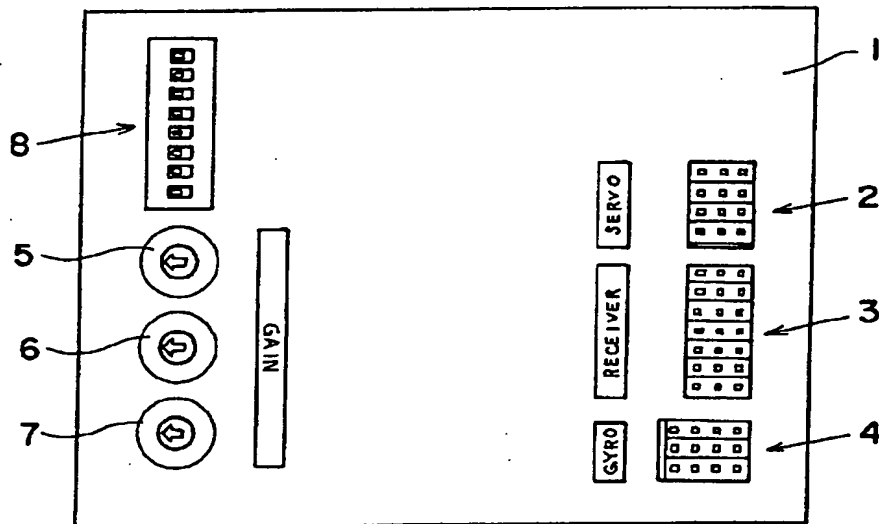
【図1】



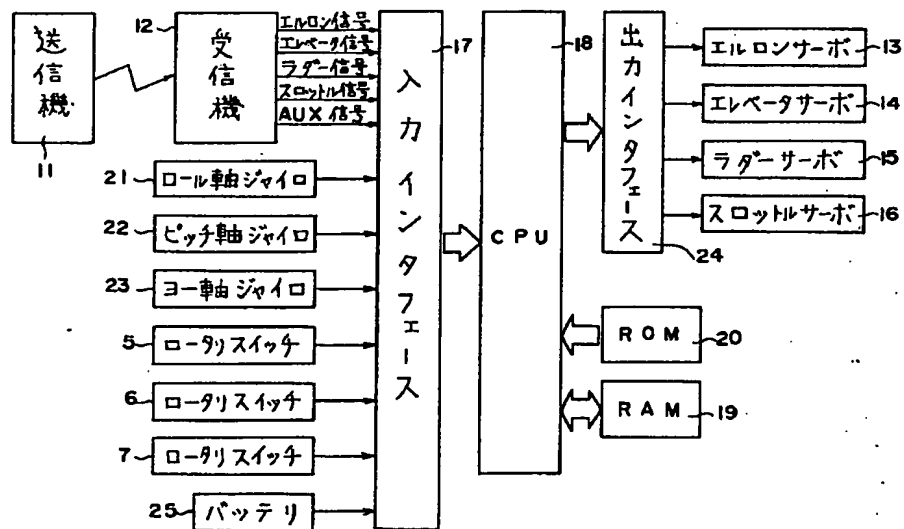
【図2】



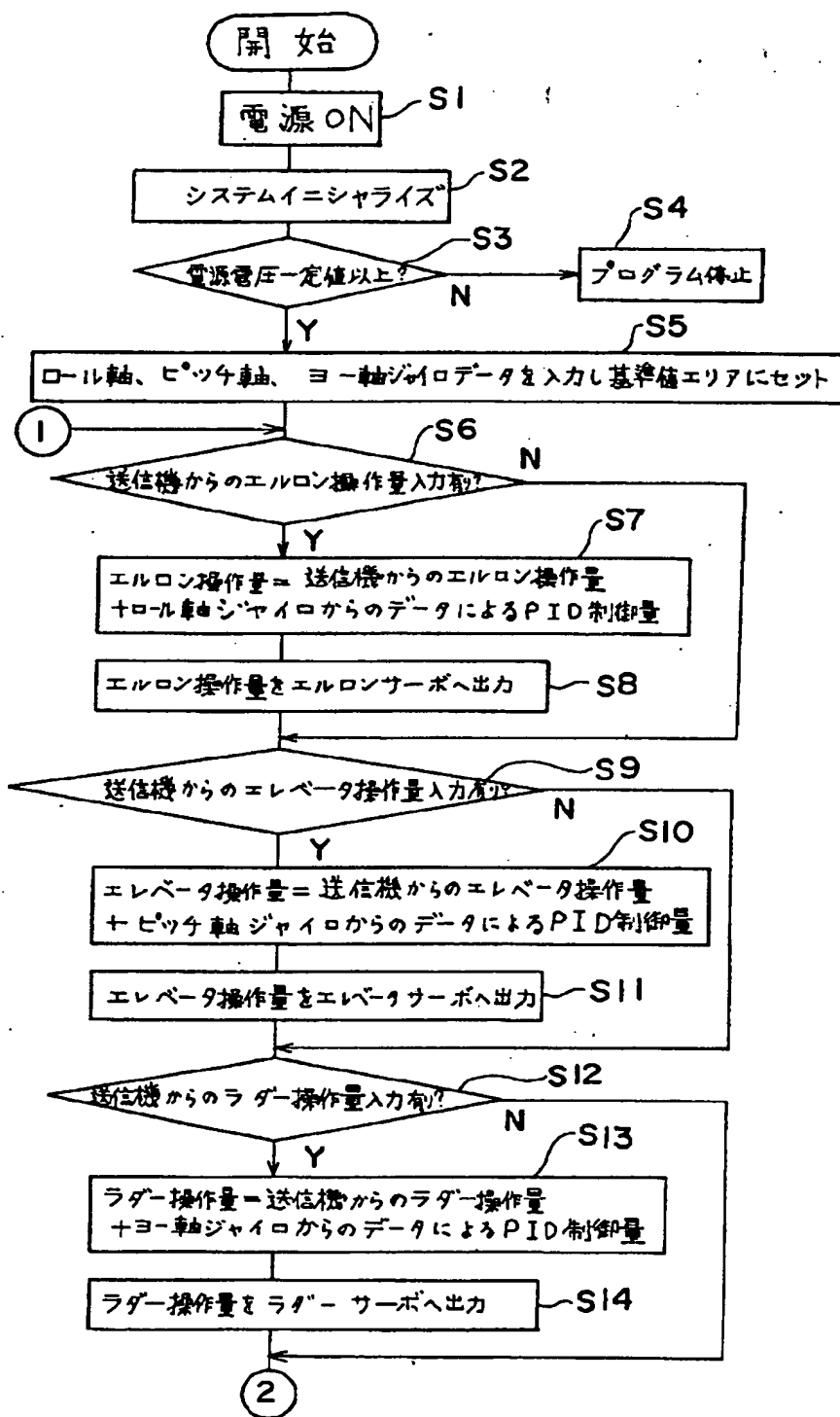
【図3】



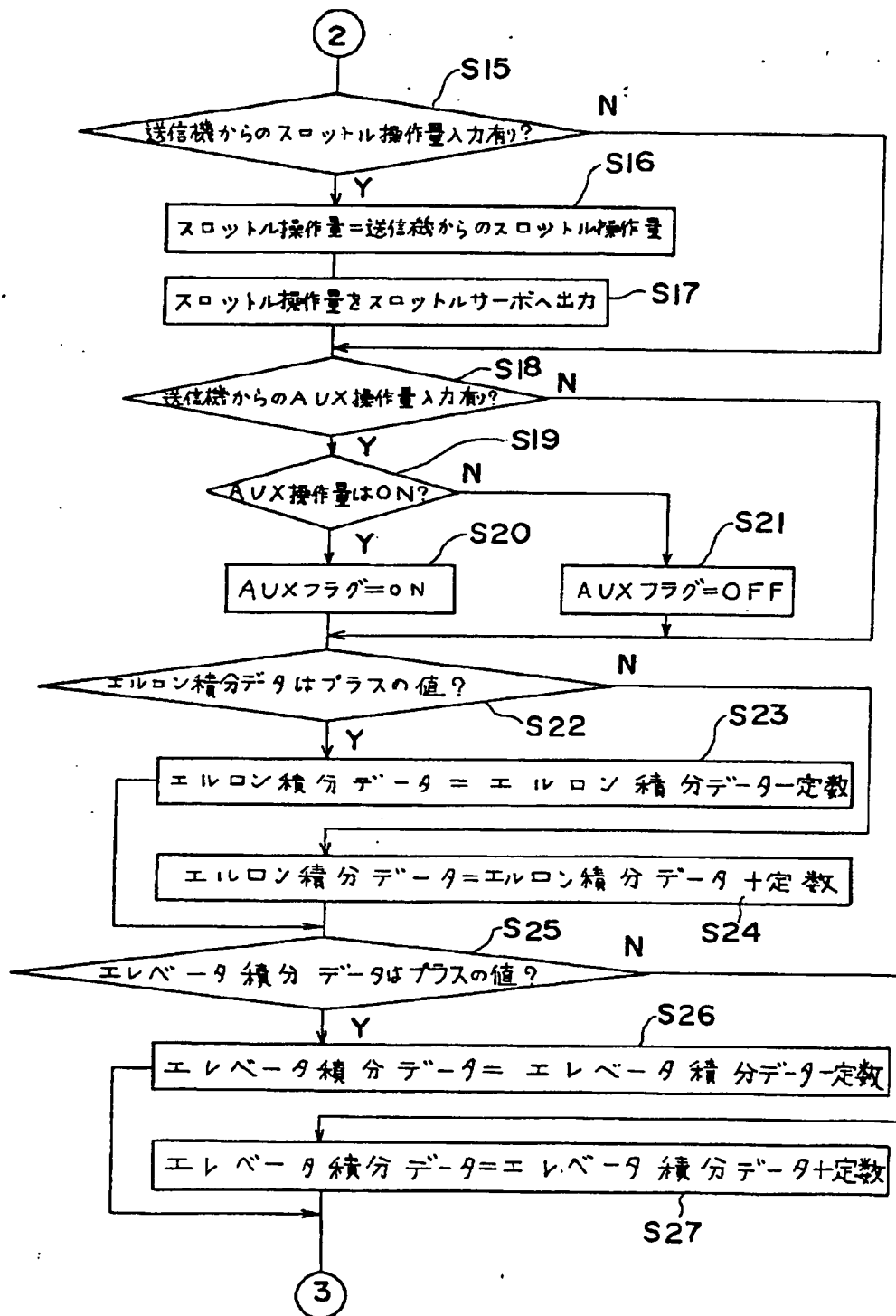
【図4】



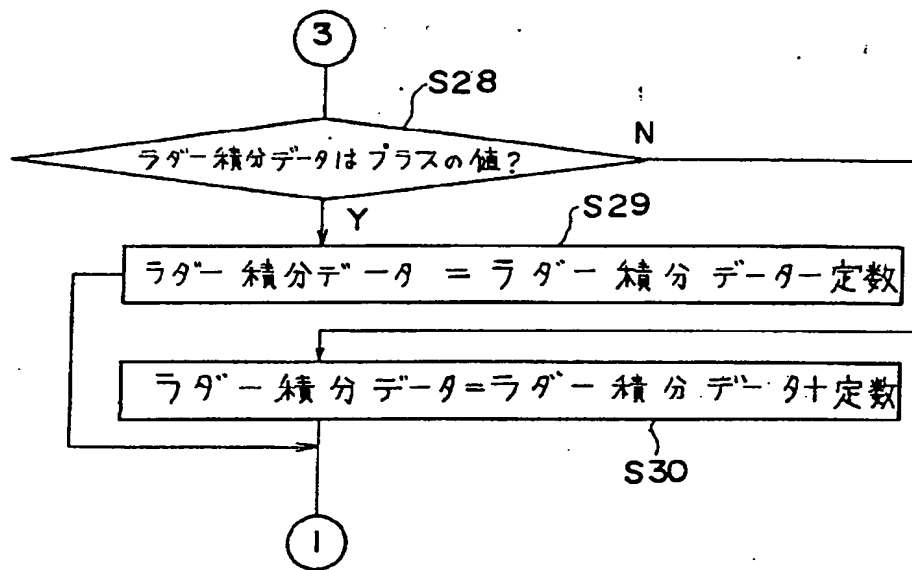
【図5】



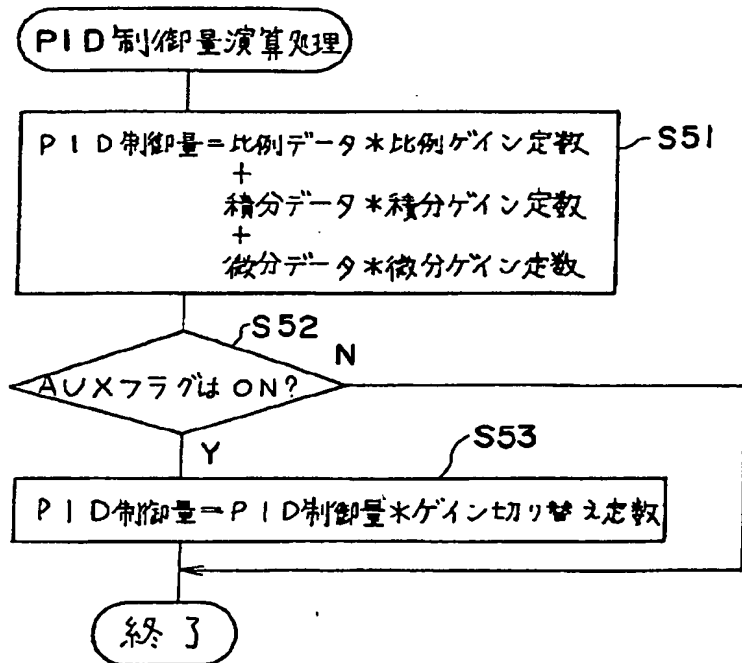
【図6】



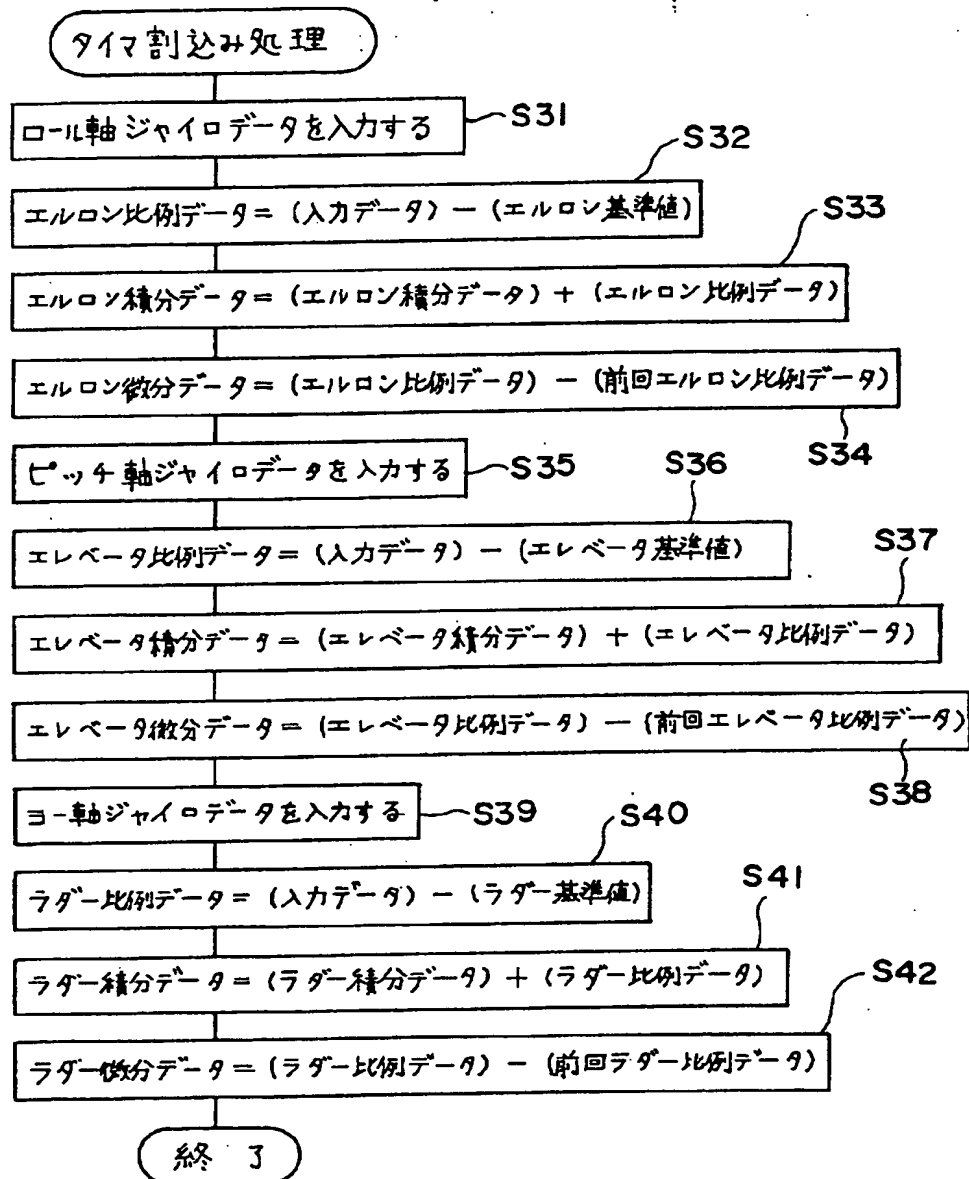
【図7】



【図8】



【図9】



【手続補正書】

【提出日】平成5年7月13日

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのラダーサーボの操作量を入力する操作量入力手段と、

そのラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する角速度検出手段と、その角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求める角度算出手段と、前記操作量入力手段が入力する操作量、前記角速度検出手段の検出角速度、および前記角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記ラダーサーボの操作量を決定する操作量決定手段と、その操作量決定手段が決定した操作量を前記ラダーサーボに向けて出力する操作量出力手段と、を備えてなるホビー用ラジコンヘリコプタの姿勢制御装置。

【請求項2】ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのエロンサーボ、およびエレベータサーボの操作量をそれぞれ入力する操作量入力手段と、ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する第1角速度検出手段と、ラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転する際の角速度を検出する第2角速度検出手段と、前記第1角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転した角度を求める第1角度算出手段と、前記第2角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転した角度を求める第2角度算出手段と、前記操作量入力手段が入力するエロンサーボの操作量、前記第1角速度検出手段の検出角速度、および前記第1角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エロンサーボの操作量を決定するエロンサーボ操作量決定手段と、前記操作量入力手段が入力するエレベータサーボの操作量、前記第2角速度検出手段の検出角速度、および前記第2角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エレベータサーボの操作量を決定するエレベータサーボ操作量決定手段と、その両操作量決定手段が決定した両操作量に対応するエロンサーボ、およびエレベータサーボに向けて出力する操作量出力手段と、を備えてなるラジコンヘリコプタの姿勢制御装置。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】発明の詳細な説明

【補正方法】変更

【補正内容】

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、無線で飛行が遠隔制御されるホビー用ラジコンヘリコプタに搭載し、飛行の自立安定を補助するために使用するホビー用ラジコンヘリ

コプタの姿勢制御装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、ホビー用ラジコンヘリコプタとしては、送信機の操作用スティックを操作すると、ラジコンヘリコプタに搭載するラジコン受信機がその操作に応じた信号を受信し、その操作量に比例してラジコンヘリコプタのエロンサーボ、エレベータサーボ、ラダーサーボ、ピッチサーボ、スロットルサーボなどが、動作するものが知られている。そのうち、ラダーサーボについては、上記の操作量とヨー軸ジャイロ（レートジャイロ）の検出信号とに基づき、比例制御が行われていた。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかし、従来のラジコンヘリコプタの操縦は、遠隔操作の対象であるラジコンヘリコプタが上下、左右、または前後に動くために、単に離陸するだけでも初心者には困難であり、操作を誤った場合には貴重な機体が破損するという問題があった。さらに、操縦者に向けて飛ばす対面飛行になれば、送信機に備えたエロン、エレベータ、ラダーのステック操作が逆になり、ある程度の技量をもった人でも難しいという問題があった。

【0004】そこで、本発明は、ラジコンヘリコプタの遠隔操作を安全かつ簡単に行える装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】かかる目的を達成するために、本発明は、以下のように構成した。まず第1発明は、図1で示すように、ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのラダーサーボの操作量を入力する操作量入力手段と、そのラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する角速度検出手段と、その角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求める角度算出手段と、前記操作量入力手段が入力する操作量、前記角速度検出手段の検出角速度、および前記角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記ラダーサーボの操作量を決定する操作量決定手段と、その操作量決定手段が決定した操作量を前記ラダーサーボに向けて出力する操作量出力手段と、を備えてなるホビー用ラジコンヘリコプタの姿勢制御装置である。

【0006】次に第2発明は、図2で示すように、ラジコン受信機から出力するラジコンヘリコプタのエロンサーボ、およびエレベータサーボの操作量をそれぞれ入力する操作量入力手段と、ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する第1角速度検出手段と、ラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転する際の角速度を検出する第2角速度検出手段と、前記第1角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転した角度を求める第1角度算出手段と、

前記第2角速度検出手段の検出角速度を積分して前記ラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転した角度を求める第2角度算出手段と、前記操作量入力手段が入力するエルロンサーボの操作量、前記第1角速度検出手段の検出角速度、および前記第1角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エルロンサーボの操作量を決定するエルロンサーボ操作量決定手段と、前記操作量入力手段が入力するエレベータサーボの操作量、前記第2角速度検出手段の検出角速度、および前記第2角度算出手段が求めた算出角度に基づいて前記エレベータサーボの操作量を決定するエレベータサーボ操作量決定手段と、その両操作量決定手段が決定した両操作量に対応するエルロンサーボ、およびエレベータサーボに向けて出力する操作量出力手段と、を備えてなるラジコンヘリコプタの姿勢制御装置である。

【0007】

【作用】このように構成する第1発明は、既存のラジコン受信機とともにホビー用ラジコンヘリコプタに搭載して使用する。

【0008】ラジコンヘリコプタの飛行時には、角速度検出手段がラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出する。角度算出手段は、その角速度検出手段の検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求める。この積分は、ヘリコプタが移動した方向、およびその角度を記憶することに相当する。

【0009】操作量決定手段は、操作量入力手段より出力する操作量、角速度検出手段の検出角速度、および角度算出手段が求めた算出角度に基づいてラダーサーボの操作量を決定する。このように操作量の決定に検出角速度を積分して求めた算出角度を考慮すると、操作量入力手段から出力される操作量が中立に戻ったときに、ヘリコプタが移動した方向、およびその移動角度を元に戻すように作用する。操作量出力手段は、その操作量決定手段が決定した操作量を、ラダーサーボに向けて出力する。その結果、その操作量に応じてラダーサーボが動作する。

【0010】一方、ラジコンヘリコプタのエルロンサーボ、およびエレベータサーボは、ラジコン受信機が受信して出力するエルロンサーボの操作量、およびエレベータサーボの操作量に応じてそれぞれ動作する。

【0011】このように第1発明では、ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出し、その検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転した角度を求め、受信機が受信するラダーサーボの操作量、検出角速度、および上記の算出角度に基づき、ラダーサーボの操作量を決定するようにした。従って、第1発明では、送信機側のラダー用の操作スティックを所定の位置にすると、一定時間内はその位置がラジコンヘリコプタの機体がヨー軸

を軸とした角度にはば一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がヨー軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が安全かつ簡単に行える。

【0012】第2発明は、第1発明と同様に既存のラジコン受信機とともにホビー用ラジコンヘリコプタに搭載して使用する。

【0013】そして、ラジコンヘリコプタの飛行時には、第1角速度検出手段はラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出し、第2角速度検出手段はラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転する際の角速度を検出する。第1角度算出手段は、第1角速度検出手段の検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がロール軸を軸に左右に回転した角度を求め、第2角度算出手段は、第2角速度検出手段の検出角速度を積分してラジコンヘリコプタの機体がピッチ軸を軸に前後に回転した角度を求める。この積分は、ヘリコプタが移動した方向、およびその角度を記憶することに相当する。

【0014】エルロンサーボ操作量決定手段は、操作量入力手段が入力するエルロンサーボの操作量、第1角速度検出手段の検出角速度、および第1角度算出手段が求めた角度に基づき、エルロンサーボの操作量を決定する。エレベータサーボ操作量決定手段は、操作量入力手段が入力するエレベータサーボの操作量、第2角速度検出手段の検出角速度、および第2角度算出手段が求めた角度に基づいてエレベータサーボの操作量を決定する。このように操作量の決定に検出角速度を積分して求めた算出角度を考慮すると、操作量入力手段から出力される操作量が中立に戻ったときに、ラジコンヘリコプタが移動した方向、およびその移動角度を元に戻すように作用する。操作量出力手段は、その両操作量決定手段が決定した両操作量に対応するエルロンサーボ、およびエレベータサーボに向けて出力する。その結果、その操作量に応じてエルロンサーボ、およびエレベータサーボがそれぞれ動作する。

【0015】一方、ラジコンヘリコプタのラダーサーボは、ラジコン受信機が受信して出力するラダーサーボの操作量に応じて動作する。

【0016】このように第2発明では、ラジコンヘリコプタの機体がロール軸およびピッチ軸を軸に回転する際の角速度をそれぞれ検出し、その検出角速度をそれぞれ積分してラジコンヘリコプタのロール軸およびピッチ軸を軸に回転した角度を求め、受信機が受信するエルロンサーボ、エレベータサーボの各操作量、各検出角速度、および前記の各算出角度に基づき、エルロンサーボ、エレベータサーボに出力すべき各操作量を決定するようにした。従って、第2発明では、送信機側のエルロン、またはエレベータ用の操作スティックを所定の位置にする

と、一定時間はその位置がラジコンヘリコプタの機体のロール軸またはピッチ軸を軸とした角度にほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すと、ヘリコプタの機体がロール軸またはピッチ軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が安全かつ簡単に行える。

【0017】

【実施例】次に、本発明の実施例について、図面を参照して以下に説明する。

【0018】図3は本発明実施例の外観の平面図であり、プリント基板（図示せず）に後述するCPUなどの電子部品を取り付けるとともに、そのプリント基板をケース1で保護するものである。プリント基板には、ラジコンヘリコプタに搭載する後述のサーボと接続するサーボ用コネクタ2、ラジコン受信機の出力端子と接続する受信機用コネクタ3、ホビー用ラジコンヘリコプタに搭載する後述のジャイロと接続するジャイロ用コネクタ4を取り付ける。さらに、プリント基板には、後述するPID制御量を算出する際の比例データ、積分データ、微分データの各ゲイン定数を任意に設定するための、例えば4ビットのロータリスイッチ5、6、7、および各種の設定をする設定スイッチ8などを取り付ける。そして、これらコネクタ2、3、4などは、図3に示すようにケース1の表面に露出するように構成する。

【0019】図4は、本発明実施例のブロック図であり、送信機11、および受信機12は、ホビー用ラジコンヘリコプタのラジコン装置（プロポーション装置）として一般に市販されているものであり、コントロールできるチャンネル数は5チャンネル程度のものである。この受信機12はラジコンヘリコプタに搭載され、送信機11側のスティック（図示せず）を操作者が操作すると、その操作に対応する信号が送信されて、その信号を受信機12が受信すると、受信機12はラジコンヘリコプタに搭載する各種サーボを駆動すべき操作信号を出力する。

【0020】この操作信号には、エルロンサーボ13を操作すべきエルロン信号、エレベータサーボ14を操作すべきエレベータ信号、ラダーサーボ15を操作すべきラダー信号、スロットルサーボ16を操作すべきスロットル信号、および後述するPID制御量のゲインの切り換えのために使用するAUX信号（予備の信号）などがある。

【0021】受信機12が受信して出力されるこれらの操作信号は、入力インタフェース17を介してワンチップ形態のCPU（中央処理装置）18に供給するように構成する。CPU18は、図5～図9で示すような各種の判断や演算処理を行うものである。CPU18には、後述のような各種のデータを格納する読み書き可能なRAM19や、後述の処理手順などをあらかじめ書き込んだ読み出し専用のROM20を接続する。

【0022】ラジコンヘリコプタには、飛行中にヘリコプタの姿勢が変化した際の各角速度をそれぞれ検出するために、ロール軸ジャイロ21、ピッチ軸ジャイロ22、およびヨー軸ジャイロ23を所定位置に搭載し、これらジャイロ21、22、23の検出角速度の各信号は、入力インタフェース17を介してCPU18に供給するように構成する。CPU18の入力側には、ロータリスイッチ5、6、7を入力インタフェース17を介して接続するとともに、各部に電力を供給するバッテリー25の電圧を入力インタフェース17を介して供給するように構成する。

【0023】さらに、CPU18の出力側には、出力インタフェース24を介して、制御対象であるエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15、およびスロットルサーボ16を接続する。

【0024】次に、このような構成からなる実施例のCPU18の制御処理の概要を説明する。

（1）送信機11から送信され、受信機12が受信して出力するエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15、およびスロットルサーボ16の各操作量、並びに後述するPID制御量演算時のゲインの切り換え用のAUX信号をCPU18入力する。

（2）ロール軸ジャイロ21、ピッチ軸ジャイロ22、およびヨー軸ジャイロ23からの各検出角速度をそれぞれ入力する。

（3）各検出角速度を一定時間ごとに加算（積分）して角度を求める。この求めた角度の誤差（この誤差は雑音などに起因する）を補正するために、一定時間ごとにその角度を零に向かって減算する。ここで、求める角度は、一定時間内のラジコンヘリコプタのヨー軸、ロール軸、およびピッチ軸を軸とした回転角度に相当する。

（4）各検出角速度の一定時間ごとの変化量を計算して各角加速度を求める。

（5）上記のように入力したエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15の各操作量、各検出角速度、各算出角度、および各算出各加速度に基づき、エルロンサーボ13、エレベータサーボ14、およびラダーサーボ15に出力すべき各操作量を決定し、その操作量に応じて各サーボを駆動する。

（6）スロットルサーボ16は、上記のように入力したスロットルサーボ16の操作量に応じて駆動する。

【0025】次に、以上のように概略的に説明したCPU18の制御処理について具体化したものを、図5～図9のフローチャートを参照して説明する。ここで、図5～図7はメイン処理を示し、図8はPID制御量演算処理を示し、図9はタイマ割り込み処理を示す。

【0026】図5に示すようにメイン処理では、電源がON（投入）されると（S1）、システムが初期化されたのち（S2）、電源電圧が一定値以上か否かが判断され（S3）、一定値以下のときにはプログラム停止の処

理がなされ（S4）、一定値以上のときにはロール軸ジャイロ21、ピッチ軸ジャイロ22、およびヨー軸ジャイロ23からの各検出角速度をそれぞれ入力して、メモリの基準値エリアにセットする（S5）。

【0027】次に、送信機11からエルロンサーボ13の操作量の入力があるか否かを検出する（S6）。その検出の結果、エルロンサーボ13の操作量の入力があるときには、出力すべきエルロンサーボ13の操作量を、次の（1）式で決定する（S7）。

【0028】エルロンサーボの操作量＝送信機からのエルロンサーボの操作量＋ロール軸ジャイロの検出角速度に基づいて算出されるPID制御量・・・（1）

【0029】そして、（1）式により算出された操作量をエルロンサーボ13に向けて出力する（S8）。その結果、エルロンサーボ13はその出力された操作量に応じて動作する。

【0030】ところで、（1）式のPID制御量は、図8に示す演算により求める。また、このPID制御量を演算するための基礎となる比例データ、積分データ、微分データは、図9で示すタイマの割り込み処理で求める。そこで、以下にこれらの演算処理、および割り込み処理を説明する。

【0031】まず、図8に示すPID制御量演算処理では、所定の時間（例えば20mS）ごとに、後述の図9の処理により得られる比例データ、積分データ、微分データを利用して、エルロン、エレベータ、ラダーの各サーボの操作量を算出するために供するPID制御量を、次の（2）式により算出する（S51）。

【0032】PID制御量＝比例データ・比例ゲイン定数＋積分データ・積分ゲイン定数＋微分データ・微分ゲイン定数・・・（2）

【0033】ここで、（2）式中の比例ゲイン定数、積分ゲイン定数、微分ゲイン定数は、ロータリスイッチ5、6、7により、操作者により任意に設定されている値である。そして、（2）式で算出したPID制御量は、後述するAUXフラグが「ON」のときには、あらかじめ定めてあるゲイン切り替え定数を掛けて補正（変更）し、逆にAUXフラグが「ON」でないときには、（2）式で算出したままとして最終的なPID制御量とする（S52、S53）。

【0034】次に、図9に示すタイマ割り込み処理では、上述のPID制御量を演算するために使用する、エルロン、エレベータ、およびラダー操作に関する比例データ、積分データ、および微分データを、例えば4mSのタイマの割り込みごとに以下のように求める。

【0035】まずロール軸ジャイロ21のデータ（検出角速度）を入力し（S31）、その入力データに基づいて、エルロンサーボ13の操作量の算出に使用すべきエルロン比例データ、エルロン積分データ、エルロン微分データを、以下の各式で求める（S32～S34）。

エルロン比例データ＝（入力データ）－（エルロン基準値）

エルロン積分データ＝（エルロン積分データ）＋（エルロン比例データ）

エルロン微分データ＝（エルロン比例データ）－（前回のエルロン比例データ）

【0036】これらの式からわかるように、エルロン比例データは検出角速度が入力されるたびに、その値があたらしい値に更新される。また、エルロン積分データは、エルロン比例データの総和である。さらに、エルロン微分データは、今回と前回のエルロン比例データの差分である。

【0037】次に、ピッチ軸ジャイロ22のデータ（検出角速度）を入力し（S35）、その入力データに基づいて、エレベータサーボ14の操作量の算出に使用すべきエレベータ比例データ、エレベータ積分データ、エレベータ微分データを以下の各式で求める（S36～S38）。

エレベータ比例データ＝（入力データ）－（エレベータ基準値）

エレベータ積分データ＝（エレベータ積分データ）＋（エレベータ比例データ）

エレベータ微分データ＝（エレベータ比例データ）－（前回のエレベータ比例データ）

【0038】さらに、ヨー軸ジャイロ23のデータ（検出角速度）を入力し（S39）、その入力データに基づいて、ラダーサーボ15の操作量の算出に使用すべきラダー比例データ、ラダー積分データ、ラダー微分データを以下の各式で求める（S40～S42）。

ラダー比例データ＝（入力データ）－（ラダー基準値）

ラダー積分データ＝（ラダー積分データ）＋（ラダー比例データ）

ラダー微分データ＝（ラダー比例データ）－（前回のラダー比例データ）

【0039】引き続き、図5のステップS9に戻ると、ステップS9では送信機11からのエレベータサーボ14の操作量の入力があるか否かを検出する。その検出の結果、エレベータサーボ14の操作量の入力があるときには、出力すべきエレベータサーボ14の操作量を次の（3）式で決定する（S10）。

【0040】エレベータサーボの操作量＝送信機からのエレベータサーボの操作量＋ピッチ軸ジャイロの検出角速度に基づいて算出されるPID制御量・・・（3）

【0041】そして、（3）式により算出された操作量をエレベータサーボ14に向けて出力する（S11）。その結果、エレベータサーボ14はその出力された操作量に応じて動作する。

【0042】次に、送信機11からのラダーサーボ15の操作量の入力があるか否かを検出する（S12）。その検出の結果、ラダーサーボ15の操作量の入力がある

ときには、出力すべきラダーサーボ15の操作量を、次の(4)式で決定する(S13)。

【0043】ラダーサーボの操作量=送信機からのラダーサーボの操作量+ヨー軸ジャイロの検出角速度に基づいて算出されるPID制御量・・・・・・(4)

【0044】そして、(4)式により算出された操作量をラダーサーボ15に向けて出力する(S14)。その結果、ラダーサーボ15はその出力された操作量に応じて動作する。

【0045】次に、送信機11からのスロットルサーボ16の操作量の入力があるか否かを検出する(S15)。その検出の結果、スロットルサーボ16の操作量の入力があるときには、その入力した操作量をそのままスロットルサーボ16に向けて出力する(S16、S17)。その結果、スロットルサーボ16は、その出力された操作量に応じて動作する。

【0046】引き続き、送信機11からAUX操作量の入力があるか否かを検出し(S18)、AUX操作量の入力があるときには、AUX操作量が「ON」か否かを判定する(S19)。その結果、AUX操作量が「ON」であればAUXフラグを「ON」にし(S20)、AUX操作量が「ON」でないときにはAUXフラグを「OFF」にする(S21)。

【0047】さらに、図9で求めたエルロン積分データがプラスの値か否かを判定し(S22)、その結果、プラスのときにはエルロン積分データから定数を減算して新たなデータに更新するとともに(S23)、プラスでないときにはエルロン積分データに定数を加算して新たな積分値に更新する(S24)。これら加減算は、ロール軸ジャイロ21の出力信号に含まれる雑音成分を除去するために行う。

【0048】次に、図9で求めたエレベータ積分データがプラスの値か否かを判定し(S25)、その結果、プラスのときにはエレベータ積分データから定数を減算して新たなデータに更新するとともに(S26)、プラスでないときにはエレベータ積分データに定数を加算して新たなデータに更新する(S27)。これら加減算は、ピッチ軸ジャイロ22の出力信号に含まれる雑音成分を除去するために行うものである。

【0049】引き続き、図9で求めたラダー積分データがプラスの値か否かを判定し(S28)、その結果、プラスのときにはラダー積分データから定数を減算して新たなデータに更新し(S29)、プラスでないときにはラダー積分データに定数を加算して新たなデータに更新する(S30)。これら加減算は、ヨー軸ジャイロ23の出力信号に含まれる雑音成分を除去するために行う。

【0050】そして、ラジコンヘリコプタが飛行中は、これらS6～S30の各処理が繰り返されるとともに、タイマの割り込み処理により図9に示すような各データが算出される。

【0051】以上のように、本発明実施例では、ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸、ロール軸、ピッチ軸を軸に回転する際の角速度をそれぞれ検出するとともに、その検出角速度に基づいて上記のようにPID制御量を算出し、送信機が送信するエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、およびラダーサーボ15の各操作量、および上記の各算出PID制御量に基づき、出力すべきエルロンサーボ13、エレベータサーボ14、ラダーサーボ15の各操作量を決定するようにした。従って、本発明実施例では、送信機側のエルロン、エレベータ、およびラダー用の各操作スティックを所定の位置にすると、その位置がラジコンヘリコプタの機体のヨー軸、ロール軸、ピッチ軸を軸とした角度にほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がヨー軸、ロール軸、ピッチ軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が初心者でも容易に行える。

【0052】なお、以上の実施例の説明では、エルロンサーボ13、エレベータサーボ14、およびラダーサーボ15に出力すべき操作量は、いずれもPID制御量を加算して求めるようにした。しかし、本発明は、ラダーサーボ15の操作量のみを上記のように算出して出力するだけでも、またはエルロンサーボ13およびエレベータサーボ14の両操作量のみを上記のように算出して出力するだけでも、実用上は何等差し支えることがなく利用できる。

【0053】しかも、本発明実施例では、各サーボに出力すべき操作量を求める際に、上記のように比例データ、積分データ、および微分データからなるPID制御量を使用した(図8参照)、これに代えて比例データ、および積分データのみからなるPI制御量だけでも実用上は差支えない。

【0054】

【発明の効果】以上のように第1発明では、ラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸に左右に回転する際の角速度を検出し、その検出角速度を積分してラジコンヘリコプタのヨー軸を軸に左右に回転した角度を求め、受信機が受信するラダーサーボの操作量、検出角速度、および上記の算出角度に基づき、ラダーサーボの操作量を決定するようにした。従って、第1発明では、送信機側のラダー用の操作スティックを所定の位置に動かすと、その位置がラジコンヘリコプタの機体がヨー軸を軸とした角度にほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がヨー軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が容易に行える。

【0055】また第2発明では、ラジコンヘリコプタの機体がロール軸およびピッチ軸を軸に回転する際の角速度をそれぞれ検出し、その検出角速度をそれぞれ積分してラジコンヘリコプタのロール軸およびピッチ軸を軸に

回転した角度を求め、受信機が受信するエルロンサーボ、エレベータサーボの各操作量、各検出角速度、および前記の各算出角度に基づき、エルロンサーボ、エレベータサーボに出力すべき各操作量を決定するようにした。従って、第2発明では、送信機側のエルロン、またはエレベータ用の操作スティックを所定の位置にする

と、その位置がラジコンヘリコプタの機体のロール軸またはピッチ軸を軸とした角度にほぼ一致してそれを維持するとともに、操作スティックを中立位置に戻すとヘリコプタの機体がロール軸およびピッチ軸を軸とした回転方向に対して元の状態に復帰するので、ラジコンヘリコプタの操縦が容易に行える。

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.